

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-145525

(43)公開日 平成11年(1999)5月28日

(51)Int.Cl.⁶

H 01 L 41/083
41/22

識別記号

F I

H 01 L 41/08
41/22

Q
Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全4頁)

(21)出願番号

特願平9-305259

(22)出願日

平成9年(1997)11月7日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 練引 誠次

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 鈴木 秀夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 宮田 素之

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

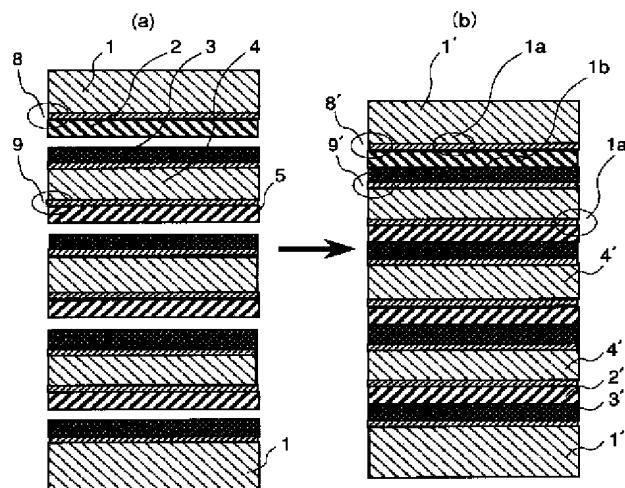
(54)【発明の名称】 圧電アクチュエータの製造方法

(57)【要約】

【課題】積層型焼結体の圧電特性を有するセラミックス層と内部電極層との接合界面の接着強度を高めて、圧電アクチュエータの耐久性能を高めることの出来る製造方法を提供する。

【解決手段】圧電特性を有するセラミックスからなるグリーンシートの両面に内部電極層を付し、内部電極層の一部がグリーンシートに侵入している(8, 9)グリーンシートを複数枚積層し、これを焼結して8', 9'に示されるように内部電極層の一部がセラミック層に侵入している積層型焼結体からなる圧電アクチュエータを得る。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電特性を有するセラミックスから成るグリーンシートの両方の面に内部電極用の導電体層を付したグリーンシートを得る工程と、前記グリーンシートを順次積み重ねグリーンシート積層体を形成する工程と、前記グリーンシート積層体を加熱しながらこれに積層方向に圧力を加えて圧着し一体化して積層しプレス体を得る熱プレス工程と、前記積層プレス体に含まれるバインダーを熱分解除去して焼結する工程と、該積層型焼結体側面に位置する前記内部電極層を絶縁材を用いて一層おきに覆う絶縁層形成工程と、前記絶縁材を覆って他の内部電極層に一層おきに導通するように外部電極を形成する工程からなる圧電アクチュエータの製造方法において、前記内部電極層の一部が前記グリーンシートに侵入していることを特徴とする圧電アクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電アクチュエータの製造方法に関し、特に積層型焼結体の内部電極層面と圧電特性を有するセラミックスとの接合界面の接着強度に優れた圧電アクチュエータの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の圧電アクチュエータの製造方法について図2を用いて説明する。図2(a)は圧電特性を有するセラミックスからなるグリーンシート4の両面にペースト状の電極材を用いて印刷法で内部電極層3, 5を形成し、且つ上下面の保護層1の一方の面に同様に内部電極層2を印刷法により形成した断面図である。内部電極層は圧電特性を有するセラミックスからなるグリーンシートに侵入していない。

【0003】図2(b)は図2(a)のグリーンシートを順次積み重ね、上下面に保護層1を設けた積層体に、熱を加えながら積層方向に圧力を加えて圧着して一体化し、該一体化した積層体中のバインダーを熱分解により除去し、焼結して得られる積層型焼結体の断面図である。焼結体中の内部電極層とセラミックスとの接合界面において、内部電極層はセラミックスに侵入していない。

【0004】次に、図2(b)の該積層型焼結体側面に位置する前記内部電極層を絶縁材を用いて、一層おきに覆い、且つ前記絶縁層を覆って他の導電層に一層おきに導通するように外部電極を形成して圧電アクチュエータは製造される。製造された圧電アクチュエータの内部電極層は圧電特性を有するセラミックスに侵入していないセラミックスから成るグリーンシート4との境界(6, 7)。なお、グリーンシートの両面に内部電極層を付して圧電アクチュエータを製造した公知例はほとんど見当たらず、唯一見られるのは(特開平7-169999号公報)

である。これには一方の面もしくは両面に内部電極層を付し、乾燥した後これらを5枚積み重ね、加熱圧着して圧電アクチュエータを製造したと簡単に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】我々は内部電極層を印刷法で形成する方法を用いて、実験を積み重ね、内部電極層の形成法をどのようにすれば接着強度が改善されるかについて詳しく調べた。上述した公報に開示された積層法により製造された圧電アクチュエータの各接合界面の接着強度は図2(b)の2a面つまり内部電極層とセラミックスとの界面で弱いことが判った。これは、内部電極材とセラミックスとの濡れ性が悪く、内部電極層とセラミックが単に接触しているのみだからである。一方、2b界面の接着強度は強い。これは内部電極層面同士つまり金属面の接觸のため、互いの濡れ性がきわめて優れているためである。

【0006】本発明の目的は、圧電特性を有するセラミックスからなるグリーンシートの両面に内部電極層を付し、これを複数枚積層して製造した圧電アクチュエータの内部電極層とセラミックスとの界面の接着強度を大きくして、耐久性能に優れた圧電アクチュエータの製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の圧電アクチュエータの製造方法は圧電特性を有するセラミックスからなるグリーンシートの両面に、ペースト状導電材を印刷法により内部電極層を付したグリーンシートを積層し、グリーンシートの中のバインダーが流動化する温度で圧着後、グリーンシートに含まれるバインダーを除去し、焼結して得られる圧電アクチュエータにおいて、内部電極層の一部が圧電特性を有するセラミックスに侵入して複合組織を形成していることを特徴とする。この侵入の仕方は網目状になることから機械的な結び付きが生じて、本界面の接着強度が大きくなる。従って、内部電極層をセラミックスに侵入するようにして製造した圧電アクチュエータの耐久性能はセラミックスに侵入していない内部電極層を付して製造したアクチュエータに比べて、耐久性能が数段優れる。

【0008】

【発明の実施の形態】(実施例1)本発明の圧電アクチュエータの製造方法の実施例を図面を用いて説明する。図1は本発明の第1の実施例による積層型圧電アクチュエータの製造方法を示す主要部である。保護層1及びグリーンシート4は圧電特性を有するセラミックグリーンシートであり、保護層1の一方の面及びグリーンシートの両面に付す内部電極層2, 3, 5は導電性に優れた金属が主成分でガラス成分が一部含まれる。内部電極層の付与は印刷法により形成するが、この場合、グリーンシート密度を小さくしておくと、電極層の一部がグリーン

シートの空隙部分に侵入して複合組織を形成していることを特徴とする。

【0009】内部電極層を付与したグリーンシートを乾燥した後、図1に示すように前記グリーンシートを50枚と上下面に保護層を積み重ねて積層体を作製する。但し、図は積み重ね方向の枚数は省略している。積層体を130°Cに加熱し、10MPaで圧着し一体化した。次に、管状炉に空気を流しながら該積層体を850°Cに加熱し、グリーンシートに含まれるバインダーを熱分解により除去した後、酸化雰囲気中で1260°Cで焼結させた。当然、積層型焼結体においても、内部電極層の一部とその一部が侵入した圧電特性を有するセラミックスとの境界8'、9'の接合界面1aに複合組織層が形成されている。なお、内部電極の厚さは複合組織形成層を含めて保護層においては2μmであり、セラミックスの両面に付した一方の面の厚さは1μmである。

【0010】次に、図示を省略しているが焼結した積層体の側面に位置する前記導電層を絶縁材を用いて一層おきに覆い、前記絶縁材を覆って他の導電層に一層おきに通電するように外部電極を形成し、本実施例の積層型圧電アクチュエータと図2に示す従来の圧電アクチュエータ（つまり内部電極層がセラミック層に侵入していない）とに対して信頼性試験を実施した例について述べる。

【0011】なお、試料は、図1（b）のセラミックス層4'の厚さが120μm、内部電極層2'、3'を一つの層と数えた場合の層数が60層、上下2つの保護層1'の厚さがそれぞれ2mm及び4mm、変位方向に垂直な断面の形状が5mm×5mm、変位方向の長さが18mmの構造を持つ。圧電特性を有するセラミックス4'は、PZT (Pb0.64, ZrO₂0.24, TiO₂0.11) のPbの一部をSrに置換したペロブスカイト構造酸化物であり、内部電極層2'、3'はAg 65%，Pd 35%の銀-パラジウム混合粉電極である。

【0012】また、図略の絶縁物はほう酸系ガラスであり、外部電極層は、銀を導体とした。また、前記外周を被覆する保護層にはシリカ系ガラスを用いた。前記のように製造された圧電アクチュエータをテストサンプルとして10個用い、以下に示す条件により作動試験をした。作動条件としては、荷重200N、周波数100Hzの矩形波駆動で概略300～1500Vの電圧を印加し、変位量18μmとした。そして内部電極層とセラミック層との界面が剥離し、セラミックが破壊を起こし変位量18μmが得られなくなるまで繰り回し回数を確認し、結果を図3に示した。

【0013】比較例の圧電アクチュエータでは5×10

7回の動作でセラミックスが破壊しなかった割合は0%であった。すなわち、比較例の場合には、積層体の変位量18μmが得られなくなった。これに対し、実施例1の圧電アクチュエータでは1×10⁹回動作してもセラミックスが破壊しなかった割合は65%と高い値が得られた。従って、本発明の圧電アクチュエータはセラミックが破壊するまでの作動回数及び駆動耐久性を増やすことが出来る。

【0014】（実施例2）圧電特性を有するセラミックからなるグリーンシートの両面に内部電極を形成する方法において、内部電極の厚さは複合組織形成層を含めて、一方の面の厚さが0.5μmで、他の面の厚さが1.5μmで、他の実施例1と同様に製造した。なお、内部電極の形成順序は薄い方を先に形成し、厚い方を後から形成した。この圧電アクチュエータについても実施例1と同様に評価し、結果を図3に示した。実施例2の圧電アクチュエータは実施例1のアクチュエータと同じ結果を示した。尚、6'、7'は内部電極とそれが侵入していない圧電特性を有するセラミックスとの境界、8'、9'は内部電極層とその一部が侵入した圧電特性を有するセラミックスとの境界である。

【0015】

【発明の効果】本発明によれば、内部電極層の一部が圧電特性を有するセラミックスからなるグリーンシートに侵入している。このため積層型焼結体においても、内部電極層の一部がセラミックスに侵入しているので、内部電極層面とセラミックス面との接合界面の接着強度が従来技術による強度より増大する。これにより圧電アクチュエータの駆動時に発生する応力で、界面の剥離が起こることが無ないので、セラミックスの破壊を防止できる。従って、本発明の圧電アクチュエータはセラミックスが破壊するまでの作動回数及び駆動耐久性能を増すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例である圧電アクチュエータを製造する工程を示す保護層の断面図。

【図2】従来の圧電アクチュエータの製造工程を示す保護層の断面図。

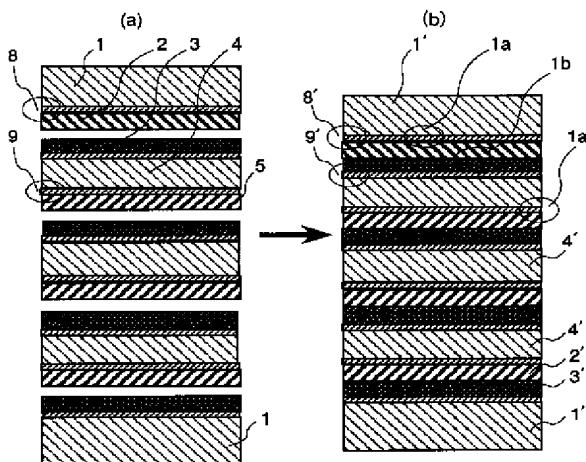
【図3】圧電アクチュエータの繰り返し作動回数と圧電アクチュエータのセラミックスが破壊しなかった割合との関係を示す特性図。

【符号の説明】

1, 1'…保護層、1a, 1b…接合界面、2, 2', 3, 3', 5…内部電極層、4…グリーンシート、4'…セラミックス、6, 6', 7, 7', 8, 8', 9, 9'…境界。

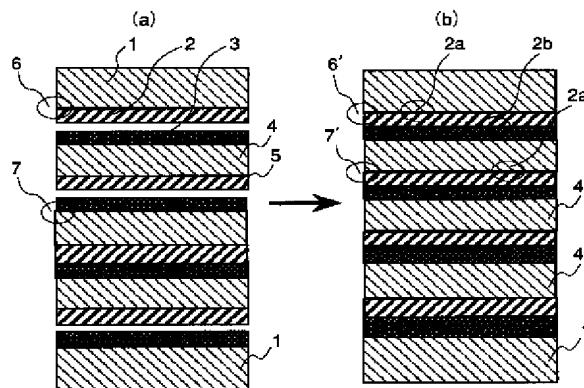
【図1】

図 1



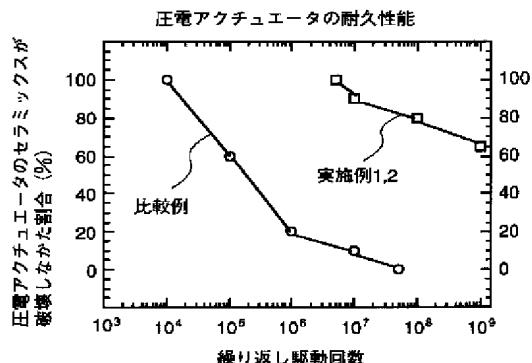
【図2】

図 2



【図3】

図 3



フロントページの続き

(72)発明者 塩野 修
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 石田 富雄
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 林原 光男
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

PAT-NO: JP411145525A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11145525 A
TITLE: METHOD OF MANUFACTURING
PIEZOELECTRIC ACTUATOR
PUBN-DATE: May 28, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
WATABIKI, SEIJI	N/A
SUZUKI, HIDEO	N/A
MIYATA, MOTOYUKI	N/A
SHIONO, OSAMU	N/A
ISHIDA, TOMIO	N/A
HAYASHIBARA, MITSUO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP09305259

APPL-DATE: November 7, 1997

INT-CL (IPC): H01L041/083 , H01L041/22

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method for improving the durability of a piezoelectric actuator by enhancing the adhesion strength of the joint interface between a ceramics layer with the

piezoelectric characteristics of a laminated-type sintered body and an inter-electrode layer.

SOLUTION: A piezoelectric actuator consists of a laminated-type sintered body, where an inner electrode layer 5 is added to both the surfaces of a green sheet 4 consisting of ceramics with piezoelectric characteristics, a plurality of green sheets 8 and 9 in that one portion of the inner electrode layer 5 infiltrates the green sheet 4 are laminated, and they are sintered and one portion of the inner electrode layer infiltrates a ceramics layer 4' as shown in 8' and 9'.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO